



日本のブロイラー生産における福祉的飼育法の提案

著者	小原 愛
号	52
学位授与機関	Tohoku University
学位授与番号	農博第1132号
URL	http://hdl.handle.net/10097/00122765

おはら あい

氏名（本籍地） 小 原 愛

学 位 の 種 類 博士（農学）

学 位 記 番 号 農博第 1132 号

学 位 授 与 年 月 日 平成 27 年 9 月 25 日

学 位 授 与 の 要 件 学位規則第 4 条第 1 項

研 究 科 ， 専 攻 東北大学大学院農学研究科（博士課程）応用生命科学専攻

論 文 題 目 日本のブロイラー生産における福祉的飼育法の提案

博士論文審査委員 （主査）准教授 小倉 振一郎

教 授 中井 裕

教 授 豊水 正昭

教 授 佐藤 衆介（帝京科学大学）

論文内容要旨

日本のブロイラー生産における
福祉的飼育法の提案

東北大学大学院農学研究科

応用生命科学専攻

小原 愛

指導教員

小倉 振一郎 准教授

日本のブロイラー生産における福祉的飼育法の提案

第1章 序論

日本をはじめ集約畜産におけるブロイラー生産では、高密度飼育で運動を制限し、コーン主体の高栄養な飼料を終日明期下で連続的に給与することで、効率的に鶏肉生産を行ってきた。このような飼育環境下でブロイラーは生得的に強く動機づけられている正常行動は発現できず、心理的ストレスとなるだけでなく、接触性皮膚炎や脚弱などを発症させるとし、国際的に問題視されている。OIE（世界動物保健機関）は「動物の健康と福祉には強い関連がある」との認識から、動物福祉の基本概念である「五つの自由：①空腹・渇きからの自由、②物理的不快からの自由、③苦痛・損傷・疾病からの自由、④正常行動を発現する自由、⑤恐怖および苦悩からの自由である」を原則とした規約を制定した。日本におけるブロイラー生産の飼育密度は EU33–42 kg/m²と比較しても、47 kg/m²と高く、福祉的な問題が多く存在していると考えられるが、調査報告はきわめて少なく、現状は分かっていない。Dawkins et al. (2003)はブロイラーの福祉には飼育密度より鶏舎環境が強く影響するとの報告もあることから、高飼育密度下であっても飼育環境の整備により福祉を向上できる可能性がある。

また国産鶏肉は輸入鶏肉との競争に晒されており、低価格競争で対抗するのは困難なことから、国際的な基準を準拠した上で、国産の強みを生かした差別化が重要であると考えられる。

本研究では、はじめに OIE 規約の福祉指標に基づいてブロイラー生産システムの福祉性評価を行い、現在のブロイラー生産における福祉的な問題を明らかにした。次に、福祉改善のための飼育技術の開発として、正常行動の発現を促進すると考えられる環境エンリッチメント資材および暗期設定の福祉改善効果を調査し、ブロイラー生産における実現可能な福祉的飼育法を提案することを本研究の目的とした。

第2章 OIE 規約による日本のブロイラー生産システムの福祉性評価

OIE 規約における 11 の福祉指標（①死亡羽数および罹患発生羽数、②歩様、③接触性皮膚炎 - 胸部・膝節・趾蹠、④羽毛の状態、⑤病気・代謝異常および寄生虫侵入の発生、⑥行動・空間分布・開口呼吸と翼の伸展・恐怖反応・砂浴び、摂食・飲水・採食、羽つつき・カンニバリズム（尻つつき）、⑦水及び餌の消費の記録、⑧生産成績 - 日増体・飼料要求率・育成率、⑨損傷率、⑩目の状態、⑪発声）を、EU で農場評価法とし

て開発された Welfare Quality® Assessment protocol for poultry（以下 WQP とする）の評価法を主に用いて 8 戸のブロイラー生産農場および 2 か所の食鳥処理場にて福祉性評価調査を行った。その結果を表 1 に示した。温熱環境の快適性スコアが 69 と低く、開放鶏舎では寒冷ストレス、無窓鶏舎では暑熱ストレス下にある可能性が示唆された。砂浴びは 8 農場中 1 羽しか発現していなかった。全農場において給餌器・給水器設備の不足しており、長期渇水状態からの回避スコアは約 35-60 と低評価であった。接触性皮膚炎は、膝節で約 80%以上、趾蹠で約 14-30%発症しており、これは質の悪化した敷料に長時間皮膚が接触していたことが要因と考えられた。これらのことから、日本のブロイラー生産システムでは、適切な温湿度管理、給餌器・給水器の充足および敷料の管理によって福祉性が向上することが明らかになった。

第 3 章 正常行動の発現促進及び健康性を改善する飼育環境要因の検討

第 2 章で指摘された、温湿度管理および給餌器・給水器の数については、設備や管理の簡単な調整によって改善できると考えられる。一方、敷料の質の低下は、接触性皮膚炎の要因となるだけでなく、正常行動である砂浴び行動の発現も抑制されることから、抜本的な対策が必要である。しかも、敷料はオールインオールアウト方式で提供されることから、その方式下での改善が必要である。

そこで本章では、正常行動の発現を促進し健康性の改善が期待される飼育環境要因を検討した。

第 1 節 乾草と止まり木がストレスおよび趾蹠接触性皮膚炎に及ぼす影響

ブロイラーには、つつき行動と止まり木止まり行動が強く動機づけられているが、日本のブロイラー生産システムにおいてこれらの行動を発現させる飼育環境は整っていない。そこで本節では、一般のブロイラー生産農場において、環境エンリッチメント資材（EEM：乾草と止まり木）を提示し、ブロイラーの行動、生理的ストレス指標の H/L 比、趾蹠接触性皮膚炎（FPD）および生産性に及ぼす影響を調査した。約 21,500 羽のブロイラーを 4 つの鶏舎に、オス・メスそれぞれに対しエンリッチメント処理の対照区および試験区（EEM 設置）に分割した。3,5,8 週齢時に、行動調査および採血を行った。出荷時に鶏舎ごとに FPD を図 1 に基づいて評価し、生産成績を算出した。

摂食、飲水、伏臥位休息行動の羽数割合は試験区より対照区で多く、立位休息と移動は試験区で多く、試験区が活動的であった（ $P<0.01$ 、表 2）。EEM の利用はオスより

メスで多い傾向であった（各々 $P=0.07$ および $P<0.01$ 、表 3 および表 4）。H/L 比は試験区で有意に低く、週齢に伴い増加し（各 $P<0.01$ 、表 5）、それは EEM の利用低下と対照的な傾向であったことから EEM の利用がストレスレベルを低下させた可能性が示唆された。FPD は EEM の利用が多かった試験区のメスにおいて、炎症が有意に軽度であった（ $P<0.001$ 、表 6）。生産成績は統計処理をしていないが、日増体および出荷体重は雌雄とも試験区で大きく、飼料要求率は対照区のほうが良かった。育成率はオスでは対照区が高く、メスでは試験区で高かった（表 7）。

以上の結果より、乾草と止まり木の設置によりつつき行動および止まり木止まり行動が発現し、活動性が向上した。特にメスにおいて EEM の利用が多く、FPD および H/L 比が軽減されたことからそれらの関連が示唆された。

第 2 節 粃米給与・止まり木・暗期設定が福祉に及ぼす影響

第 1 節において、EEM の設置により、正常行動の発現のみならず活動性の向上や FPD の改善など福祉改善の効果が示された。しかし、乾草の設置に関しては、鶏舎への搬入は多大な労力が必要であり、また使用後の処理も難しいことが明らかとなった。すなわちより簡易なエンリッチメント資材の開発が求められた。そこで、国産飼料として注目され、つつき行動の誘発の可能性がある粃米を飼料に添加し、つつき行動促進効果を検証した。加えて、一般の生産農場において重要性が認知されていない暗期設定が、行動および FPD に及ぼす影響を調査した。

1.3×1.6(m²)の平飼い用試験ペン 4 つを設置し、国産鶏種「たつの」雌・雄（鑑別済み）各 16 羽混飼の 4 鶏群を処理に供した。4 処理とは、対・明区（通常飼料、止まり木無、終日明期）、試・明区（粃米給与（重量比 30% 添加）、止まり木有、終日明期）対・暗区（通常飼料、止まり木無、6 時間暗期）、および試・暗区（粃米給与、止まり木有、6 時間暗期）である。3,6,9 週齢時に維持行動調査および採血を行なった。各週齢において H/L 比、を調べた。出荷時に各区 10 羽両足の FPD 評価を行った。

その結果、日中の維持行動羽数割合では、エンリッチメント処理（粃米添加および止まり木）の効果があり、摂食の羽数割合は変化しなかったが、立位休息が対照区で有意に多くなりこれは止まり木の代替と考えられた（ $P<0.05$ 、表 8）。一方、夜間では照明処理の効果があり、摂食、飲水、立位休息は終日明期区で有意に多く、伏臥位休息は暗期設定区で有意に多かった（各 $P<0.01$ 、表 9）。H/L 比は 3,9 週齢時においてエンリッチメント処理の試験区で有意に低く、6 週齢時では照明処理の暗期設定区で有意に低か

った(各 $P<0.05$ 、 $P<0.01$ 、表 10)。FPD 評価では、対・暗区で炎症無が少なく炎症が軽度であった($P<0.01$ 、表 11)。これは、伏臥位休息が多くなる暗期に止まり木がなく、敷料との接触時間が多くなったことが一因と考えられた。生産成績において出荷体重は、区間に差はなかった(表 12)。

第 3 節 粳米配合飼料給与がペン飼育ブロイラーの

摂食行動と接触性皮膚炎に及ぼす影響

第 2 節では、暗期設定は安寧な休息をもたらす一方で、粳米添加飼料給与または止まり木を設置しない場合、FPD を重症化させることが明らかになった。また、止まり木の設置と粳米添加飼料給与と同時に提示した為、FPD 軽減の効果が粳米添加飼料給与または止まり木による効果が明確にはならなかった。また、繊維質飼料は上位消化管を発達させるため選好性があるとの報告もあることから、本節では、ニワトリに強く動機づけられている摂食に対するつつき行動に着目し、粳米配合割合を変えてつつき促進効果並びに FPD への影響を検討した。

3 つの平飼用試験ペン (2.2 m²) にそれぞれチャンキー種メス 15 羽を配し、給与飼料を粳米配合割合 (重量比) 0%区、30%区、60%区(表 13)とし、65 日間の飼養試験に供した。6 及び 7 週齢時各 2 日間、各区の 6 個体を個体識別して、飼料、敷料、他個体、その他へのつつき頻度を目視で 10 分間の連続サンプリングに供した。出荷時に全羽数の両方の趾蹠および膝節の接触性皮膚炎の評価と産肉量を調査した。

粳米配合割合によるつつき対象物毎のつつき頻度に与える効果はなかった(図 2)。しかし、接触性皮膚炎の一つである FPD は、粳米配合割合が多いほど炎症が有意に軽度であった($P<0.05$ 、表 14)。またモモ肉、筋胃が 0%区に比べ、30%及び 60%区で大きく発達し、飼料要求率は 30%区で低かった(各 $P<0.01$ 、表 15)。このことから、以降の試験では粳米 30%配合飼料を以降の試験で用いた。これらの結果より、粳米給与には飼料に対するつつき行動促進効果はないが、FPD を軽度にし、産肉量を高める可能性が示唆された。

第 4 節 粳米給与が慰安行動と鶏糞の質に及ぼす影響

第 3 節では、粳米給与により FPD の炎症が軽度だったことから、敷料の質の改善が示唆された。また数的データはないが、給餌時の食いつきの良さから粳米の嗜好性の高さが伺えた。嗜好性の高い飼料の摂食は、安寧をもたらす可能性もあることから本節で

は、粳米給与が慰安行動、鶏糞の質に及ぼす影響を調査した。

はりま種オス各 10 羽をコーン主体区と粳米 30%配合区（以下コーン区と粳米区とする）に配し、一羽ずつ個別ケージで飼育した。4 および 7 週齢時に給餌後 2 時間の行動をビデオ録画し、維持行動時間割合、および給餌後 30 分間のつつき速度および摂食行動前後の行動連鎖を記録した。同時期に鶏糞を採取し、水分および全窒素含有率を測定した。

その結果、7 週齢において給餌後 2 時間の羽繕い行動が粳米区で有意に多く発現した（ $P<0.05$ 、表 16）。行動連鎖解析の結果から、摂食後の羽繕い行動は両区とも、有意に少なかった（ $P<0.05$ 、図 3）。これは 7 週齢の維持行動で多く発現した羽繕い行動は、摂食に対する不満の表れである葛藤行動ではなく、慰安行動であることを示している。飼料へのつつき速度（回／分）は粳米区で有意に速く（ $P<0.05$ 、表 17）、粳米への嗜好性の高さが明らかとなった。また鶏糞中の水分及び全窒素含有率が 7 週齢時に粳米区で有意に低かった（ $P<0.05$ 、表 17）。これらの結果より、粳米は嗜好性が高く、ブロイラーの慰安行動である羽繕の発現を促進し、さらに、鶏糞の質を改善させたことから、FPD 改善資材としての有用性が示唆された。

第 4 章 日本のブロイラー生産における福祉的飼育法の提案

第 3 章までのすべての試験結果を踏まえ、暗期設定、粳米給与を基本に、敷料改善資材であるゼオライト混和を含めた、日本のブロイラー生産における福祉的飼育法の提案を目指した。またその生産性についてコーン区と比較した。

本節では、ケージ飼育とペン飼育を同時に実施し、ケージ飼育群において飼料の違いが鶏糞の質及び重量、及び生産性に及ぼす影響、ペン飼育群において飼料、照明、敷料の違いが、ブロイラーの行動、敷料の質および健康性に及ぼす影響を調査した。

ペン飼育群及びケージ飼育群の処理の詳細は表 18 の通りである。5 及び 7 週齢時行動調査を行った。同時期に、ペン飼育群の敷料とケージ飼育群の鶏糞を採取し、水分および全窒素含有率をそれぞれ AOAC 法および CNS コーダーで測定した。維持行動時羽数割合は、明期の 40 時間を、慰安行動（羽繕い行動、砂浴び行動、横臥位休息）を、目視で各区 48 分間を記録した。出荷時に FPD などの OIE 規約の福祉指標により健康性を評価した。またケージ飼育の各 5 羽において出荷体重、摂食量、飼料要求率を求め、さらにペン飼育のペン 2 とペン 4 の各 10 羽のムネ肉、モモ肉、筋胃重量を測定し、ムネ肉は遊離脂肪酸、遊離アミノ酸の組成、肉色、味認識装置による味覚測定に処した。

またムネ肉およびモモ肉を焼きと茹でて食味試験に供した。

その結果、コーン区より粳米区の方が、終日明期区より暗期設定区の方が摂食、飲水、移動、羽繕い、床つつきが有意に多く活動的であった ($P<0.01$ 、表 19)。慰安行動や横臥位休息行動の発現回数は、5 週齢においてペン 2 (粳・暗・オ) で多かった ($P<0.01$ 、表 20)。敷料の水分含有率は、粳米区で有意に低く、全窒素含有率はゼオライト混和区で有意に低かった (各 $P<0.001$ 、表 21)。膝節の皮膚炎および FPD はペン 2 とペン 3 で、羽毛の汚れはペン 2 で有意に軽度であった (各 $P<0.01$ 、表 21)。ケージ飼育群の生糞総重量に区間に有意差はないが、水分含有率は 7 週齢において、全窒素含有率は 5 週齢において粳米区で有意に低かった (各 $P<0.05$ 、表 22)。よって鶏糞の水分および全窒素含有率の低下が、ペン 2 の敷料中の水分及び全窒素含有率の低下をもたらしたと考えられる。出荷体重および摂食量は粳米区で有意に大きく、飼料要求率は区間に差がなかった ($P<0.05$ 、 $P<0.01$ 、表 23)。筋胃が粳米区で有意に大きかったことから ($P<0.05$ 、表 23)、粳米の繊維質が筋胃を発達させたと考えられた。肉質分析の結果、遊離アミノ酸組成では、苦味系のメチオニン、イソロイシン、チロシン、フェニルアラニンが粳米給与で有意に低かった (各 $P<0.05$ 、図 4)。脂肪酸組成ではパルミチン酸、リノール酸およびリノレン酸はコーン主体区で有意に高く、パルミトレイン酸およびオレイン酸は粳米区で有意に高かった (各 $P<0.05$ 、図 5)。肉色は明るさを示す L 値が粳米区で高く、黄色度を示す b 値が低かった (各 $P<0.05$ 、図 6)。また味覚認識装置では塩味が粳米給与で有意に強く示された ($P<0.05$ 、図 7)、食味試験の結果、粳米を給与した鶏肉が総合的に好まれた (表 24)。

本実験の結果より、粳米 30% 給与および暗期設定という現実的な処理は、日本のブロイラー生産の福祉性を大きく改善することが明らかとなった。動物福祉先進国の欧州で推奨される乾草と止まり木を設置しなくても、暗期設定下において、粳米給与することにより正常行動の発現が促進され、福祉改善効果が示された。さらに、粳米給与は筋胃を発達させ成長を促進したことから、出荷日齢を短縮できる可能性並びに、日本人の好む食味にする可能性があり、特色のある鶏肉生産が可能であることも明らかになった。

第 5 章 総合考察

現在のブロイラー生産において、ブロイラーは正常行動の発現は制限され不均一な空間分布をし、開口呼吸が多発し、一方で砂浴び行動は発現せず、しかも接触性皮膚炎の重症化や給餌器・給水器の不足がみられ多くの福祉問題を持つことが明らかとなった。

正常行動の発現を促進するとされる、乾草と止まり木を一般のブロイラー生産システムに設置したところ、活動性が向上し、特にメスにおいてそれらの利用が多く、FPD も軽度になることが明らかになった。すなわち、一般のブロイラー生産システムへの乾草と止まり木の有効性を再確認したが、その利用は性差や体重に左右があることを明らかにした。しかし、乾草の設置は、労力上並びに作業効率上、問題が大きいいため、より簡易な福祉改善法の検討が求められた。

そこで、乾草に求められたつつき行動の促進と敷料との長時間接触を避ける止まり木の代替として、粃米に注目した。その結果、粃米給与につつき行動の時間配分を増加させる効果はないが、飼料へのつつき速度を速め、活動性や慰安行動を増加させ、ストレスを低減させる効果が明らかとなった。さらに、鶏糞の水分および全窒素含有量を低下させることから、敷料の質を改善する効果も期待された。

以上の結果を受け、暗期設定と粃米配合飼料給与を日本の福祉的飼育法として提案した。本飼育法において、ブロイラーの高い福祉性を確認できたと同時に、本飼育法は生産性が向上する可能性があり、特色ある高付加価値の鶏肉生産技術としても有効であることを明らかにした。

表 1. OIE 規約の福祉指標による日本のブロイラー生産システムの福祉性評価

生産農場番号	飼育密度 (kg/m ²)	日 齢	鶏舎タイプ	育成率	EU指令飼育密度増加基準育成率	歩行不能羽数	羽毛の汚れがひどい羽数	病気、代謝異常及び寄生虫侵入の発生*1	恐怖反応スコア*2	暗期設定の有無
1	40	37	無窓	96.2	96.8	0	1	衰弱	87.4	有
2	40	34	無窓	98.0	97.0	0	0	突然死	87.5	有
3	41	35	無窓	97.0	96.9	0	0	腹水症	86.8	有
4	31	32	開放	98.0	97.1	0	0	衰弱	96.6	無
5	33	32	開放	98.1	97.1	1	0	突然死・脚弱	84.9	無
6	34	35	開放	97.5	96.9	2	3	脚弱	86.8	無
7	36	34	開放	98.0	97.0	0	0	衰弱・矮小	87.6	無
8	35	30	開放	97.5	97.2	0	0	突然死	93.5	無

*1: 病気、代謝異常及び寄生虫侵入の発生の測定事項として、主要な斃死および淘汰要因とした。

*2: WQPに基づき、飼育密度(羽/m²)から計算した理論羽数と鶏舎内3地点で計測した逃避羽数を比較して算出した。

生産農場番号	空間分布*3 (%)	開口呼吸羽数	温熱環境の快適性スコア*4	砂浴び羽数	カンニバリズム発現羽数	給水器充足率	長期渇水状態からの回避スコア*5	給餌器充足率*6	日増体重(g)	損傷羽数	目の異常羽数	異常発声羽数
1	0	4	69	0	0	93.5	58.2	77.5	70.8	0	0	0
2	0	5	69	0	0	94.3	59.0	78.1	69	0	0	0
3	0	10	69	0	0	96.1	60.8	95.7	—	0	0	0
4	17	2	69	0	0	74.8	38.2	84.0	62.5	0	0	0
5	10	0	69	0	0	71.6	34.8	80.4	58	1	0	0
6	15	2	69	1	0	90.6	55.2	86.4	50	0	0	0
7	20	0	69	0	0	86.5	50.8	82.5	70	0	0	0
8	15	3	69	0	0	87.9	52.3	83.8	60	0	0	0

*3: 鶏舎全体に対する群がっている鶏の割合。

*4: WQPに基づき、「群がり及び開口呼吸を発現している鶏が全くいない」の場合はスコア100、「わずかにいる」の場合はスコア69、

「約半数いる」の場合はスコア39とした。

*5: WQPに基づき、給水器の充足率を指定の計算式に入れて算出した。

*6: ホッパーおよびパンタイプの給餌器の直径を33cmとし、一羽あたりの必要給餌スペースは曲線で1.6cm(RSPAC基準) で計算した。

接触性皮膚炎発症率(%)			
項目	水準	処理場A	処理場B
胸部	無	94	96
	有	6	4
趾蹠	炎症無	70	86
	軽度な炎症	24	9
	重度な炎症	6	5
膝節	炎症無	19	13
	軽度な炎症	61	50
	重度な炎症	20	37

表 2. エンリッチメント処理、週齢および性が各維持行動羽数割合に及ぼす影響

行動単位	エンリッチメント処理 ¹⁾ (n=96)			週齢 (n=64)				性 (n=96)		
	対照区	処理区	有意性	3	5	8	有意性	オス	メス	有意性
摂食	21.2±10.8	20.7±11.3	**	30.2±9.9 ^a	20.2±8.4 ^b	12.3±6.0 ^c	**	22.1±12.1	19.7±9.6	n.s
	W=9.5 **			W=205.9 **				W=2.9 n.s		
飲水	6.0±4.5	5.4±4.2	*	5.9±3.6	6.1±4.4	5.1±4.9	n.s	5.2±4.4	6.2±2.2	**
	W=11.3 **			W=0.9 n.s				W=11.2 **		
伏臥位休息	61.2±17.5	57.4±19.7	n.s	43.2±15.0 ^a	61.1±14.6 ^b	73.6±12.1 ^c	**	58.6±20.6	60.0±16.5	n.s
	W=69.3 **			W=869.2 **				W=24.0 **		
立位休息	7.8±5.1	10.1±6.2	n.s	12.5±5.7 ^a	7.5±5.1 ^b	6.8±4.9 ^b	**	8.7±6.4	9.2±5.1	**
	W=6.5 **			W=79.0 **				W=32.5 **		
移動	3.9±3.8	6.4±5.7	n.s	8.2±6.0 ^a	5.1±4.1 ^b	2.2±2.2 ^c	**	5.4±5.2	4.9±4.8	n.s
	W=23.0 **			W=118.7 **				W=1.8 n.s		

上段は平均±標準偏差、下段は多項ロジスティック回帰分析のワルド統計量と有意性表示で、**：P<0.01を示す。

要因ごとの水準間の有意性検定は、Mann-WhitneyのU検定およびKruskal-Wallis検定である。有意性表示で、*および**：P<0.05およびP<0.01を示す。

1) 乾草及び止まり木の設置

表 3. 週齢および性が乾草つつき羽数[†]に及ぼす影響 (羽/乾草)

要因	水準	平均±標準偏差	F値	有意性
週齢 (n=8)	3	7.7±3.2	30.77	**
	5	4.2±1.2		
	8	3.1±1.1		
性 (n=24)	オス	4.6±1.7	3.29	n.s
	メス	5.5±3.6		
性×週齢			10.21	**

**：P<0.01、GLM(two-way ANOVA)検定

†：乾草一つに対するつつき羽数

表 4. 週齢および性が止まり木利用羽数[†]に及ぼす影響 (羽/台)

要因	水準	平均±標準偏差	F値	有意性
週齢 (n=8)	3	26.1±7.5	113.88	**
	5	13.1±2.0		
	8	8.9±2.5		
性 (n=24)	オス	14.2±6.4	14.98	**
	メス	17.9±10.3		
性×週齢			15.43	**

**：P<0.01、GLM(two-way ANOVA)検定

†：止まり木1つ(4.4m)に対する利用羽数

表 5. エンリッチメント処理、週齢および性が H/L 比に及ぼす影響

要因	水準	平均±標準偏差	F 値	有意性
処理 (n=60)	対照区	0.31±0.26	5.61	**
	処理区	0.23±0.19		
週齢 (n=40)	3	0.13±0.08	16.18	**
	5	0.31±0.21		
	8	0.36±0.29		
性 (n=60)	オス	0.24±0.23	2.91	n.s
	メス	0.30±0.23		
処理×週齢			0.46	n.s
性×週齢			13.33	**
処理×性			0.34	n.s
処理×週齢×性			2.54	n.s

**：P<0.01、GLM(factorial ANOVA)検定

表 6. エンリッチメント処理および性ごとの FPD 評価 (本)

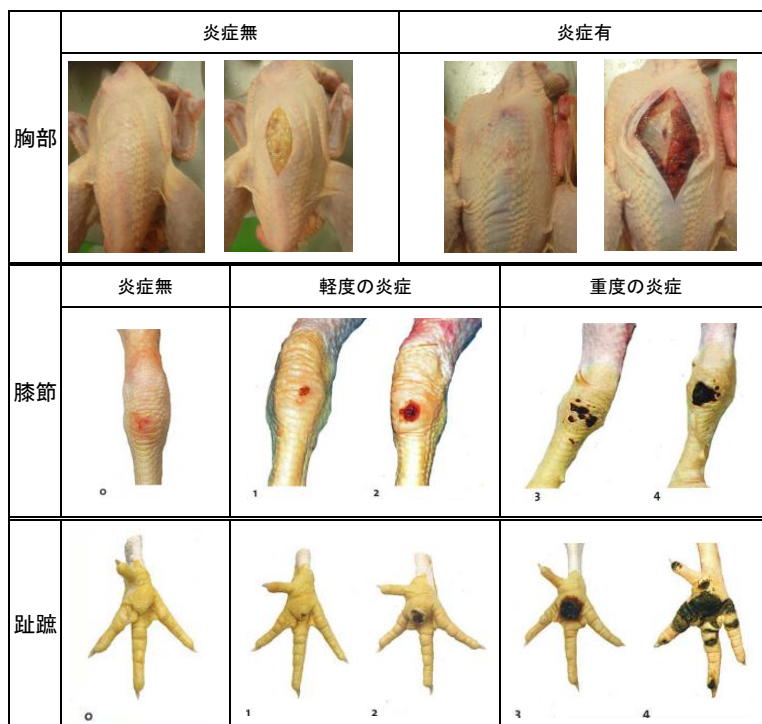
	オス		メス	
	対照区	処理区	対照区	処理区
炎症無 ¹⁾	373	355	330	364
軽度な炎症	37	41	56	42
重度な炎症	3	5	14	0
	n.s		***	

***：P<0.001、 χ^2 検定

表 7. エンリッチメント処理および性ごとの生産性

項目	オス		メス		単位
	対照区	処理区	対照区	処理区	
導入羽数	5324	5310	5426	5433	羽
日増体	49.2	50.2	39.1	39.5	g
出荷体重	2960	3010	2390	2450	g
飼料要求率*	2.37	2.53	2.35	2.47	
淘汰率	4.8	6.7	5.6	3.1	%
斃死率	4.9	5.0	3.8	2.0	%
育成率	90.4	88.2	90.6	94.8	%
出荷日齢	60	61	62	62	日

*：区ごとの総飼料給与量／総増体重量



膝節及び趾蹼の写真：「Welfare Quality® Assessment protocol for poultry」より引用

図 1. 接触性皮膚炎評価基準

表 8. エンリッチメント処理および照明処理が日中 1 時間における維持行動羽数割合に及ぼす影響 (%)

行動単位	エンリッチメント処理 ¹⁾ (n=6)				照明処理 ²⁾ (n=6)			
	対照区	処理区	F値	有意性	終日明期区	暗期設定区	F値	有意性
摂食	6.1±1.1	4.9±1.9	4.44	n.s	5.5±1.5	5.5±1.9	0.00	n.s
飲水	1.7±1.1	1.4±1.3	0.23	n.s	2.0±1.4	1.1±0.8	1.20	n.s
伏臥位休息	72.9±4.5	75.2±3.2	0.79	n.s	73.7±4.9	74.4±3.0	0.08	n.s
立位休息	12.7±2.0	8.8±2.8	44.85	*	11.0±3.0	10.6±3.4	0.48	n.s
移動	2.4±2.4	2.1±1.0	0.06	n.s	1.9±1.8	2.6±1.9	0.38	n.s
止まり木止まり	0±0	3.4±2.8	7.464	*	1.6±2.6	1.8±2.8	0.02	n.s
その他	4.1±2.2	4.2±1.1	—	—	4.4±2.3	4.0±0.7	—	—

* : P<0.05、GLM(two-way ANOVA)検定

1) 粳米給与及び止まり木の設置

表 9. エンリッチメント処理および照明処理が夜間 6 時間における維持行動羽数割合に及ぼす影響 (%)

行動単位	エンリッチメント処理 ¹⁾ (n=6)				照明処理 ²⁾ (n=6)			
	対照区	処理区	F値	有意性	終日明期区	暗期設定区	F値	有意性
摂食	3.7±3.9	2.6±3.7	0.66	n.s	6.0±3.1	0.3±0.5	17.75	**
飲水	0.8±0.9	1.1±1.1	0.95	n.s	1.7±0.9	0.2±0.3	16.31	**
伏臥位休息	86.8±12.7	83.3±11.8	0.55	n.s	76.2±7.1	94.0±8.0	14.59	**
立位休息	5.5±4.8	3.5±3.5	2.74	n.s	7.8±3.3	1.2±0.7	28.57	**
移動	2.8±3.7	1.8±2.8	0.33	n.s	3.9±3.9	0.7±0.7	3.31	n.s
止まり木止まり	0.0±0.0	7.4±8.2	3.87	*	3.9±6.4	3.5±7.7	0.01	n.s
その他	0.4±0.6	0.3±0.4	—	—	0.6±0.6	0.1±0.2	—	—

* および** : P<0.05、P<0.01、GLM(two-way ANOVA)検定

表 10. エンリッチメント処理、照明処理が H/L 比に及ぼす影響

週齢	エンリッチメント処理 (n=20)				照明処理 (n=20)				エンリッチメント ×照明
	対照区	試験区	F値	有意性	終日明期区	暗期設定区	F値	有意性	
3	0.28±0.14	0.21±0.08	4.49	*	0.22±0.10	0.27±0.14	1.42	n.s	n.s
6	0.46±0.24	0.37±0.24	1.6	n.s	0.51±0.25	0.33±0.20	6.26	**	n.s
9	0.29±0.31	0.14±0.11	4.45	*	0.23±0.32	0.20±0.13	0.17	n.s	*

* および** : P<0.05、P<0.01、GLM(two-way ANOVA)検定

表 11. エンリッチメント処理、照明処理の組み合わせにおける FPD 評価 (本)

	対・明区	試・明区	対・暗区	試・暗区
炎症無	12	11	6	18
軽度の炎症	6	5	10	1
重度な炎症	2	4	4	1
	n.s		**	

** : P<0.01、 χ^2 検定

表 12. エンリッチメント処理、照明処理の組み合わせにおける生産性

項目	対・明区	試・明区	対・暗区	試・暗区	単位	有意性
導入羽数	32	32	32	32	羽	—
日増体 (n = 10)	48.1 ± 7.0	47.3 ± 7.7	48.3 ± 7.2	49.7 ± 6.3	g	—
出荷体重 (n = 10)	3174 ± 469	3118 ± 411	3184 ± 469	3276 ± 411	g	n.s ¹⁾
飼料要求率	2.7	2.7	2.9	2.9		—
淘汰率	3.1	3.1	0	0	%	—
斃死率	3.1	0	12.5	9.4	%	—
育成率	93.8	96.7	87.5	90.6	%	—
出荷日齢	64	64	65	65	日	—

1): GLM(one-way ANOVA)検定

表 13. 粳米配合飼料主要構成(設計上)

飼料		0%区	30%区	60%区
餌付け	ME(kcal/kg)	3050以上	3033以上	
	CP(%)	23以上	22.1以上	
	CF(%)	5以下	5.18以下	
前期 (11-20日齢)	ME(kcal/kg)	3156	3047	2904
	CP(%)	20.2	19.1	18.4
	CF(%)	2.6	4.7	6.4
後期 (21-日齢)	ME(kcal/kg)	3198	3047	2875
	CP(%)	19.5	19.1	18.3
	CF(%)	2.6	4.7	6.8

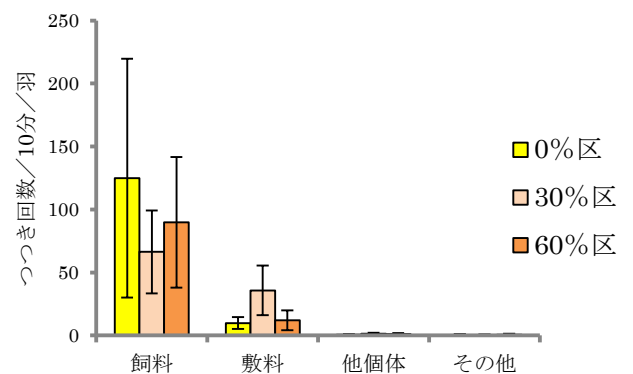


表 14. 粳米配合割合の違いにおける接触性皮膚炎の評価 (本)

	FPD			膝節		
	0%区	30%区	60%区	0%区	30%区	60%区
炎症なし	0	0	0	19	22	25
軽度の炎症	9	11	20	8	3	5
重度の炎症	21	15	10	3	1	0
	*			n.s		

* : P<0.05、 χ^2 検定

図 2. 対象物毎のつつき頻度に及ぼす粳米配合割合の効果
Kruskal-Wallis 検定

表 15. 粳米配合割合の違いが生産性および産肉量に及ぼす影響

項目	0%区	30%区	60%区	単位	有意性
導入羽数	15	15	15	羽	—
日増体	48.1	47.3	48.3	g	—
出荷体重 (n = 10)	3686 ± 180	3846 ± 198	3822 ± 220	g	n.s
飼料要求率	2.11	2.06	2.29		—
淘汰率	0	14	0	%	—
斃死率	0	0	0	%	—
育成率	100	86	100	%	—
出荷日齢	65	65	65	日	—
ムネ肉 (n = 10)	406 ± 23	436 ± 48	438 ± 34	g	n.s
モモ肉 (n = 10)	322 ± 26 ^a	365 ± 33 ^b	355 ± 20 ^b	g	**
筋胃 (n = 10)	49 ± 4 ^a	65 ± 7 ^b	72 ± 8 ^c	g	**
ササミ (n = 10)	74 ± 10 ^a	85 ± 8 ^b	81 ± 6 ^{ab}	g	**

表 16. 給餌後 2 時間の維持行動時間配合

(%)

行動単位	4週齢 (n=10)			7週齢 (n=10)		
	コーン区	粳米区	有意性	コーン区	粳米区	有意性
摂食	13.0±4.7	14.5±5.6	n.s	19.8±7.7	16.7±10.5	n.s
飲水	7.4±4.8	5.8±3.6	n.s	3.5±3.3	2.0±1.2	n.s
伏臥位休息	70.5±9.0	71.2±8.4	n.s	68.4±8.5	73.2±12.9	n.s
立位休息	6.9±2.2	6.0±2.2	n.s	6.9±3.9	6.2±3.0	n.s
移動	0.3±0.2	0.2±0.3	n.s	0.1±0.3	0.0±0.1	n.s
羽繕い	1.9±1.0	2.3±1.9	n.s	1.0±0.7	1.9±1.2	*
探査	0.0±0.0	0.0±0.1	-	0.0±0.0	0.0±0.0	-
伸び	0.0±0.0	0.0±0.0	-	0.4±1.2	0.0±0.0	-
有意性	n.s [§]			** [§]		

§ : 多項ロジステック回帰分析

行動単位ごとの処理による差は、Mann-WhinetyのU検定。

* 及び**: P<0.05、P<0.01

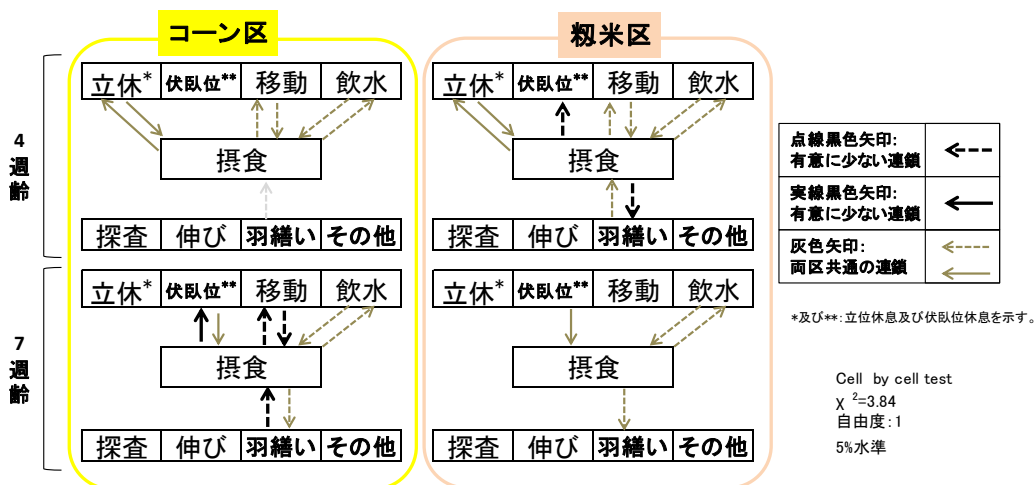


図 3. 各週齢における給与飼料が摂食行動前後の行動推移に及ぼす影響

表 17. 粳米給与がつつき速度、新奇物反応性、H/L 比、鶏糞の質に及ぼす影響

項目		週齡	コーン区 (n=10)	粳米区 (n=10)	有意性	単位
つつき速度			118.1±21.1	132.6±15.6	*	回/分
対新奇物	葛藤行動発現回数		6.4±6.7	2.4±3.8	n.s	回
	目視持続時間		8.6±2.6	3.8±2.9	*	秒
H/L比			0.35±0.11	0.14±0.08	*	
鶏糞の質	水分含有率	4	71.3±3.0	73.2±3.6	n.s	%
		7	81.6±2.7	76.9±4.5	*	%
	全窒素含有率	4	5.0±0.3	4.7±0.8	n.s	%
		7	6.4±0.8	5.0±0.3	*	%

*:P<0.05、Mann-Whitney の U 検定

表 18. 第 4 章の実験処理概要

処理	ケージ飼育		ペン飼育			
	コーン主体区	粳米30%配合区	ペン1	ペン2	ペン3	ペン4
飼料 ^{*1}	コ	粳	コ	粳	コ	コ
照明 ^{*2}	暗		明	暗	暗	暗
敷料 ^{*3}	—	—	オ	オ	ゼ	オ
飼養羽数	各区 5羽		各区17羽を維持			
飼育面積	50cm×50cm=2500cm ²		1.2m × 1m = 1.2m ²			
飼育密度	—		42.3kg/m ² (14.1羽/m ² 、出荷体重3kg時)			

*1:コ:コーン主体区、粳:粳米30%配合区

*2:明:終日明期区、暗:暗期設定区(22-2時)

*3:オ:オガクズ区、ゼ:週一回2kgのゼオライトをオガクズへ混和したゼオライト混和区

表 19. 飼料、照明、敷料処理および週齢が維持行動羽数割合に及ぼす影響

行動単位	飼料処理			照明処理			敷料処理	
	コーン区 (n=14)	粳米区 (n=42)	有意性	終日明期区 (n=14)	暗期設定区 (n=42)	有意性	オガクズ区 (n=42)	ゼオライト混和区 (n=14)
摂食	16.8±6.0	17.7±5.1	n.s	16.1±7.2	17.3±5.2	n.s	16.7±5.6	17.9±6.0
飲水	4.5±2.4	6.5±3.4	**	4.1±2.4	5.3±2.9	n.s	5.1±3.0	4.7±2.1
立位休息	7.0±5.1	5.6±4.4	n.s	6.6±6.1	6.7±4.6	n.s	6.3±5.3	7.7±3.9
伏臥位休息	64.0±11.8	61.8±11.6	n.s	66.5±13.0	62.4±11.2	n.s	64.0±11.9	61.7±11.3
移動	2.1±1.9	2.4±1.9	n.s	1.9±1.6	2.2±2.0	n.s	2.2±1.7	2.1±2.3
羽繕い	4.3±3.7	4.8±3.8	n.s	3.7±3.4	4.6±3.8	n.s	4.4±3.6	4.4±3.9
床つつき	1.3±1.6	1.4±1.7	n.s	1.0±1.5	1.5±1.6	n.s	1.3±1.6	1.4±1.7
有意性	** W=28.00 [§]			** W=21.76 [§]			n.s W=10.86	

§:多項ロジスティック回帰分析

行動単位ごとの処理による差は、Mann-Whitney の U 検定

* 及び **:P<0.05、P<0.01

表 20. 各ペンの慰安行動及び横臥位休息の発現回数 (回)

週齢	行動単位	ペン1 コ・明・オ	ペン2 粳・暗・オ	ペン3 コ・暗・ゼ	ペン4 コ・暗・オ	有意性
5	羽繕い行動	44	48	46	47	**
	砂浴び行動	8	11	4	1	
	横臥位休息	3	14	6	3	
7	羽繕い行動	46	44	42	48	n.s
	砂浴び行動	5	7	5	7	
	横臥位休息	9	13	8	11	

**:P<0.01、 χ^2 検定

表 21. 飼料および敷料処理が敷料の質に及ぼす影響 (%)

項目	処理	水準	平均±標準偏差	有意性
水分含有率 (n=10)	飼料	コーン区	75.2±3.5	***
		粳米区	60.0±2.9	
	敷料	オガクズ区	75.2±3.5	n.s
		ゼオライト混和区	72.4±3.2	
全窒素含有率 (n=10)	飼料	コーン区	5.3±1.0	n.s
		粳米区	4.8±0.8	
	敷料	オガクズ区	5.3±1.0	***
		ゼオライト混和区	3.0±0.9	

***: P < 0.001, t検定

表 22. 各ペンの健康性評価 (羽)

項目	水準	ペン1 コ・明・オ	ペン2 粳・暗・オ	ペン3 コ・暗・ゼ	ペン4 コ・暗・オ	有意性
胸部の皮膚炎 (n=10)	有	6	4	3	6	n.s
	無	4	6	7	4	
膝節の皮膚炎 (n=10)	炎症無	0	2	1	0	**
	軽度な炎症	0	6	4	2	
	重度な炎症	10	2	5	8	
趾蹠の皮膚炎 (n=10)	炎症無	1	2	3	0	**
	軽度な炎症	2	7	7	2	
	重度な炎症	7	1	0	8	
損傷 (n=10)	有	0	0	0	1	n.s
	無	10	10	10	9	
目の異常 (n=10)	有	0	0	0	0	n.s
	無	10	10	10	10	
羽毛の汚れ (n=10)	汚れ無	0	0	0	0	*
	軽度な汚れ	3	9	5	4	
	重度な汚れ	7	1	5	6	
歩様 (n=17)	正常	15	16	17	15	n.s
	明らかに異常	2	1	0	1	
	歩行不可能	0	0	0	1	

** : P < 0.01, χ^2 検定

表 23. 各飼料が鶏糞および生産性に及ぼす影響

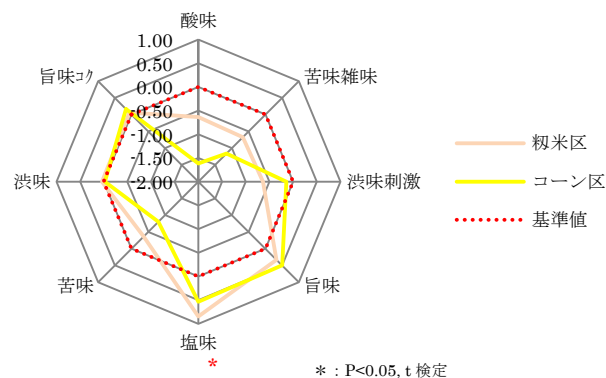
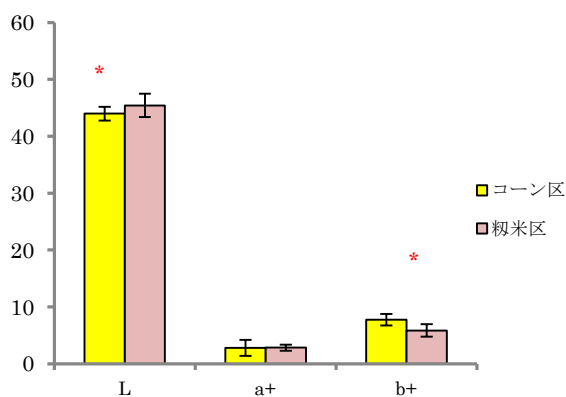
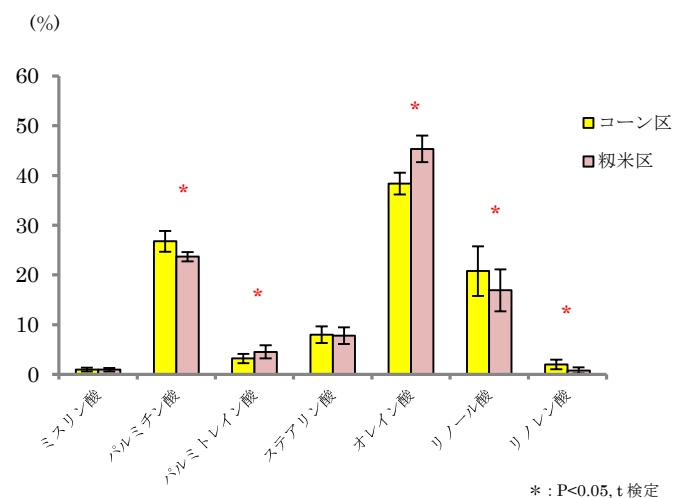
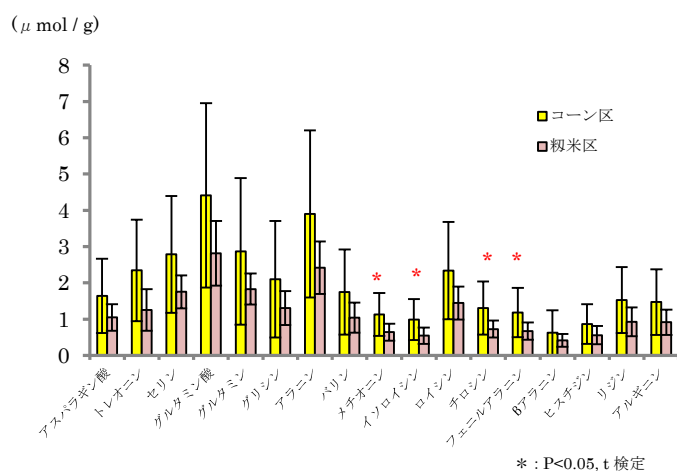
項目		週 齢	コーン区 (n=5)	粳米区 (n=5)	有意性	単位
鶏糞	生糞総重量 ¹⁾		6.8±1.5	7.1±1.1	n.s	kg
	水分含有率	5	84.2±5.1	83.8±3.8	n.s	%
		7	89.3±2.3	85.4±2.8	*	%
	全窒素含有率	5	6.4±0.1	5.5±0.6	*	%
		7	6.1±0.5	5.8±0.6	n.s	%
	生産性	出荷体重		3151.2±81.9	3425.0±204.3	*
摂食量			5.5±0.2	6.1±0.3	**	kg
飲水量			6.6±2.2	5.6±1.9	n.s	kg
飼料要求率			2.3±0.1	2.3±0.0	n.s	
モモ肉(n=10)			324.0±34.5	330.2±25.0	n.s	g
ムネ肉(n=10)			177.2±69.2	170.9±54.4	n.s	g
筋胃(n=10)			51.6±6.9	63.8±7.6	*	g

* 及び **: P < 0.05, P < 0.01, t検定

表 24. 給与飼料が異なる鶏肉に対する嗜好アンケート

		(%)	
項目		コーン区	粳米区
ムネ肉	茹で	25.0	75.0
	焼き	33.3	66.7
モモ肉	茹で	50.0	50.0
	焼き	26.1	73.9

回答総数：95



論文審査の結果の要旨及び担当者

氏 名	小原 愛
審 査 委 員	主査：准教授 小倉 振一郎 副査：教授 中井 裕 教授 豊水 正昭 教授 佐藤 衆介（帝京科学大学）
学 位 論 文 題 目	日本のブロイラー生産における福祉的飼育法の提案
論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨	
<p>本論文は、我が国のブロイラー生産システムにおける福祉性の評価と、その改善のための飼育技術の開発のために行われた研究をまとめたものである。</p> <p>産業動物の福祉的飼育は、欧州を中心として近年世界標準になりつつある。一方で我が国の家畜生産は、依然として生産効率が重視され、動物福祉の概念はあまり浸透していない。特に鶏肉生産現場では、終日明期による摂食促進と大群での高密度飼育が広く行われており、福祉性の問題はほとんど扱われてこなかった。本論文では、まず我が国のブロイラー生産現場における福祉性評価を、動物福祉の基本概念（5つの自由）に基づいて実施し、「正常行動を発現する自由」として特に慰安行動の発現不足が、「苦痛・損傷・疾病からの自由」として特に接触性皮膚炎の高い発症が問題であることを明らかにした。我が国のブロイラー産業におけるブロイラーの福祉レベルの実態は、これまでほとんど知られていないため、その問題点を欧州の基準と比較しながら明確に</p>	

<p>した意義は大きい。</p> <p>次に、福祉上の問題点を改善するための飼育方式として、暗期の導入と粳米給与による慰安行動の増加並びに敷料の質改善を介した接触性皮膚炎からの解放、の有効性を処理実験により明らかにした。飼養試験の規模や処理区の配置に制約があり、理想的な設定下で研究を遂行できなかった面は否めないが、我が国のブロイラー産業の向上を強く意識し、国産鶏種を用いてかつ国産の飼料資源として粳米に着目している点は高く評価される。また、ここで検討された方式は、既存の設備を改変することなく、低コストで省力的な導入を実現することを目指したものとなっている点も特筆される。</p> <p>さらに本論文では、暗期の導入と粳米給与を組み合わせた高福祉ブロイラー生産システムを提案し、その生産性と福祉性改善効果を検証している。またここでは、実際に生産された鶏肉の品質と味についても検討し、従来の方式で生産された鶏肉と比較しても何ら遜色なく、むしろ消費者に強く好まれることを示した。一連の成果から、本研究で提案されたブロイラーの高福祉化飼育方式は、我が国で飼育されているブロイラーの福祉レベルと健康性を向上させるために有効であることが示された。この提案は、従来の飼育設備と管理方法の軽微な変更で十分達成可能であり、将来的に我が国のブロイラー産業の福祉性を大きく改善することが期待されるため、研究成果が持つ社会的意義は大きいと評価された。</p> <p>以上より、本論文は博士の学位授与に相当すると判定された。</p>
